

한국바이오협회 국제협약 Unit (BWC) (전화 : 031-628-0026 이메일 : bwc@koreabio.org)
생물무기금지협약 정보망 www.bwckorea.or.kr



빌 게이츠의 말을 무시하라: 생물무기를 실제로 사용할 수 있는 곳에 초점을 맞춰라.

생물테러가 다시 유행하는 것 같다. 과거에는 특이한 사건으로 인해 엄청난 관심을 받았다. 예를 들어 2001년 미국 정치인들과 언론 매체에 우편으로 보낸 탄저균 편지나 1995년 백인 우월주의자였던 Larry Wayne Harris의 페스트균 구입 등은 많은 관심을 받았다. 그러나 지금은 MS의 창업자이자 자선사업가인 빌 게이츠(Bill Gates)가 주장하는 생물테러 위협에 관심을 기울일 가능성이 희박하다. 지난 몇 년간 세계에서 가장 부자였던 그는 엄청난 돈을 세계 보건을 위해 쏟아 부었고, 지난 몇 개월 동안에는 생물테러에 관심을 집중하였다. 지난 2월 뮌헨에서 열린 정상 회담에서는 생물테러로 인해 수천만 명이 사망할 수 있다고 경고하였다. 2개월 뒤 런던 안보 회의에서는 테러리스트들이 천연두와 같은 질병을 무기화하여 3천만 명을 전멸시킬 수 있다고 주장했다.

나는 동의하지 않는다. 테러리스트들이 생물학의 발전을 이용하여 생존 가능한 병원균을 만들 수는 있다. 그러나 그것이 그들이 정교한 생물무기를 만들 수 있다는 의미나, 확실하게 3천만 명을 죽일 수 있다는 것을 의미하지는 않는다. 어떤 경우에 테러리스트들은 보수적인 경향이 있다. 그들은 입증된 기록이 있으면서 쉽게 구할 수 있는 무기를 사용한다. 그런 무기는 개발과 유포가 어려운 비재래식 무기가 아니다. 생물학적 제제를 사용을 생각한 테러리스트들은 거의 없었다

는 증거는 많으며, 역사 기록에서 극히 소수의 생물테러 사건이 일어난 것을 봐도 생물제제를 무기로 사용하기는 어렵다는 것을 알 수 있다. 아주 기초적인 생물테러 공격을 하려고 해도 그에 필요한 기술은 종종 추정하는 것보다 훨씬 까다롭다. 이러한 기술 장벽은 중장기적으로 지속될 것이다.

게이츠가 테러리스트 같은 아마추어들에게 언론과 정책의 관심을 맞추게 하면 세계 보건 안보 공동체에 피해를 입히는 것이다. 생물무기가 우려되는 곳에서는 국방부 지휘센터와 주정부가 후원하는 단체들에 초점을 맞춰야 한다. 이들 기관이 현재나 앞으로 위험한 생물무기를 개발하기 위한 능력을 갖출 수 있는 기관들이다. 진정한 위협은 정교한 생물무기가 국가 행위자 또는 주정부가 후원하는 제정, 과학, 군사 자원을 갖춘 단체들에 의해 사용되는 경우이다.

지금까지 국가 차원에서 생물학을 이용하여 의도적으로 질병을 퍼뜨리거나 인간의 기능을 방해하는 행위는 1925년 제네바 의정서(Geneva Protocol)와 1972년 생물무기금지협약(BWC)에 명시되어 있는 생물무기에 대한 강력한 국제 규범에 의해 제한되어 왔다. 전쟁 규정에 대한 이 두 가지 기본원칙은 생물무기의 개발, 생산, 비축 및 사용에 대한 국제적 금지를 지지한다. 그러나 이 규범이 무한정 유효하지 않을 수도 있다.

생물무기의 사용을 크게 제한하는 또 다른 요소는

군사적 이용방법에 대한 지식이 부족하다는 것이다. 그러나 중장기적으로 볼 때 과학기술의 발전으로 보다 강력하고 접근하기 쉬운 생물 무기의 개발이 가능해질 것이다. 이 무기는 보다 정확한 공격 목표를 정할 수 있을 것이다. 귀속성은 더욱 어려워질 것이다. 생물무기에 관한 사회적 상황의 변화와 함께 이러한 기술적 발전은 생물무기의 개발과 사용에 대한 장벽을 더욱 낮출 수 있다.

기술적 진보. 현재의 여러 과학기술 분야의 발전은 특히 생물무기에서 잘못 사용되기 쉽다. 예를 들어 미생물학, 면역학, 역학 연구에서의 최근의 발전은 보다 "유용한" 생물무기의 생산으로 이어질 수 있다. 병원균의 병원성이나 병독성도 이제 증가될 수 있다. 병원균에 대한 내성이 파괴될 수 있고, 예방적 또는 치료적 개입에 대한 내성이 생길 수 있다. 병원균의 숙주 범위는 병원균에 대한 숙주 개체군의 감수성을 높이거나 병원균의 안정성 및 전파가능성을 증가시키도록 변경 될 수 있다.

유전자 편집 및 공학기술은 또 다른 관심 분야이다. 예를 들어, 이 기술은 처음부터 위험한 병원균을 만들거나, 변경된 또는 전혀 새로운 병원균의 디자인을 돕거나, 근절되거나 멸종된 병원균을 재구성하게 할 수 있다. 약물유전체학(pharmacogenomics)과 유전체생체지표(genomic biomarker) 연구는 특정 유전 그룹에 대한 약물반응을 조정할 수 있으며, 선택적으로 보다 정확하게 목표를 정한 "유전 무기(genetic weapons)"가 가능해질 수 있다. 신경생물학 연구는 호르몬, 신경 전달물질 또는 신호 전달인자들 같은 생체 조절물질을 정밀하게 조작할 수 있고 체온, 수면, 혈압, 심장 박동수, 면역 반응 같은 중요한 항상성계를 조절하는 생물무기로 사용될 수 있다. 마지막으로 신기술은 생물무기의 생산의 생산량, 속도 또는 가용성을 향상시킬

수 있고, 분무기 또는 무인 항공기의 기능을 향상시킬 수 있으며, 나노물질 같은 무생물 벡터의 사용을 촉진시킬 수 있고 병원균, 분자 및 약물을 인체에 주입하기 위한 전달 플랫폼을 강화시키고, 인체 내의 표적에 생체분자를 전달할 수 있는 잠재력을 지닌 자기 조립 나노 장치와 DNA 종이 접기(DNA origami)(즉, DNA 접어서 생긴 복잡한 나노 구조)를 발전시킬 수 있다.

변하고 있는 사회적 상황. 이와 동시에 생물무기 개발에 대한 장벽을 낮추기 위한 많은 요소들이 수렴되고 있다. 첫째는 변하고 있는 지정학적 환경이다. 지난 25년 동안 미국은 분명히 세계의 지배 강국이 되었다. 이제 세계의 단극(unipolar) 권력 구조는 점차 다자가 지배하는(multipolar) 국제 체제로 진화하고 있다. 오늘날 가장 확실하게 부상하고 있는 권력은 중국이지만 인도와 브라질 등도 주목해야 한다. 이 새로운 세계 질서에서 미국에 의해 형성된 시행 메커니즘(enforcement mechanisms)은 변경될 가능성이 있고, 제네바의정서와 생물무기금지협약 같은 조약은 그 중요성을 상실할 수도 있다.

장벽을 낮추는 두 번째 요소는 진화하는 갈등과 전쟁의 본질이다. 국가가 직면하는 군사적 도전의 성격이 변화하고 있다. 재래식 전쟁과 체제 전복적이고 비정기적인 전쟁 및 사이버 전쟁을 혼합한 하이브리드 전쟁(Hybrid warfare)으로 고전적인 군사 대결을 보완해야 할 가능성이 점차 커지고 있다. 불확실성과 불안정성이 증가하는 이러한 상황 하에서, 일부 국가에서는 소규모 작전에 은밀하게 사용하기 위해 새로운 생물무기를 개발할 수 있다. 그러한 경우 생물무기의 사용을 확인하거나 귀속시키는 것이 어려울 것이다. 마찬가지로 일부 국가는 전쟁에서 사용이 금지된 생물무기의 사용으로 얻는 이점이 정치적 비용과 군사적 위험을 능가할 정도로 심각한 갈등에 처할 때 사용하려고, 준비되지 않은

적들을 상대로 공공연히 사용할 생물무기를 개발할 수 있다. 또 채래식무기를 사용하는 적들을 이길 수 없는 국가들은 새로운 생물무기를 비대칭 우위전력을 얻고 전략적 불균형을 보상할 수 있는 것으로 생각할 수 있다.

방어 방법은? 오늘날 생물무기에 관한 기술적, 사회적 상황이 변하기 때문에 생물무기 개발 및 사용 장벽이 낮아질 위험이 매우 크다. 국제 사회는 이러한 위협에 대해 단호히 대응해야 한다.

첫째, 생물무기금지협약(BWC)이 현대화되어야 하며, 점차 증가하고 있는 부적절성에 대응해야 한다. 이 협약은 냉전시대인 1972년에 합의된 것이다. 이제는 21세기 맞는 적절성이 반드시 보장되어야 한다. 협약 내에 포함되어 있는 생물무기에 대한 규범은 예외적으로 강력하다. 어떤 국가도 생물무기 추진과 관련된 능력을 공개하지 않고 있으며, 협약 회원국은 계속 증가하고 있다. 그러나 협약이 실패하지는 않았지만 발전하고 있지 않다. 따라서 강화할 필요가 있다.

둘째, 생물무기에 대한 규범을 위반하거나 생물무기를 실제 사용하는 것에 대해 집단적이고 설득력 있는 대응으로 나가야 한다. 시리아에서 화학무기의 지속적인 사용은 무기 사용에 대한 규범에 악영향을 미쳤다. 국제사회는 생물무기에 대해서도 이와 똑같은 일이 발생하지 않도록 더욱 노력해야 한다. 마찬가지로 국제사회는 사용 혐의를 조사할 수 있는 역량을 강화해야 한다. 공격 배후에 누가 있는지 확인하거나 귀속시키는 방법이 개선되면 "몰래" 생물무기를 이용하는 장점이 감소될 수 있다.

마지막으로 국가의 생물학적 방어 능력이 발전해야 한다. 미래의 생물무기를 방어할 수 있는 좋은 방법이 있다면, 이 무기는 더 이상 매력적인 무기가 되지 못할 것이다. 그러나 생물방어 노력은 투명해야 한다. 허가

된 활동이 의도치 않게 또는 고의적으로 선을 넘어 금지된 활동으로 옮겨갈 가능성이 매우 크다. 따라서 생물방어 프로그램을 시행하는 국가는 자국의 프로그램이 공격 프로그램을 숨기기 위한 위장 프로그램이 아니라는 것을 입증할 특별한 책임이 있으며, 또한 공격적인 것을 감추기 위한 위장으로 인식되지 않도록 해야 한다. 그리고 공격적인 전쟁 프로그램을 시작하거나 계속하려면 다른 국가들에게 정당한 근거를 제공할 수 있어야 한다.

따라서 생물방어 프로그램을 실시하는 국가는 다음과 같은 조치를 취해야 한다. :

- 생물방어 활동은 국내법에 명시되어 있는 엄격한 생물안전 및 생물보안 규정을 준수해야 한다.
 - 생물무기금지협약(BWC)의 시행에 관한 국가 법률을 제정해야 한다.
 - 정기적인 검토를 통해 생물방어 활동이 협약을 준수하는지 확인해야 한다.
 - 매년 신뢰구축을 위해 생물방어 프로그램이 협약을 준수함을 선언하고, 다른 국가들과 현장 동료평가 같은 쌍방향 정보 교환에 참여함으로써 투명성을 높여야 한다.
- 빌 게이츠가 말한 의미는 안다. 그러나 정확한 의도와 많은 돈이 반드시 생물무기로부터 사람을 더 안전하게 만들지는 않는다. 실제로 몇 년 안에 발생할 수 있는 매우 실제적인 생물무기 위협 중에서 테러리스트의 손아귀에 들어간 생물무기에 대한 잘못된 우려에 관심을 집중하는 것이 도리어 세상을 안전하지 못하게 만들 수 있다.

(Bulletin of the Atomic Scientists: 2017. 7. 3)

미국 국방부, 합성 생물무기의 위협에 고심

외래 장소에서 출현하여 세계적으로 큰 혼란을 야기하는 새로운 생물체의 검출과 관련하여 미군은 준비태세를 갖추었다. 미 국방부는 케냐, 그루지야, 태국과 같은 곳에서 전염병 연구소 및 감시 네트워크를 운영하고 있으며 대규모 연구센터와 워싱턴 DC 외곽에 백신 제조시설을 운영하고 있다.

171개국의 주둔지에 광범위한 생물학적 위협에 직면할 수 있는 20 만 명의 미군이 배치하고 있는 것을 감안하면 이 모든 노력이 이해가 된다. 그러나 국방부 계획 실무자들은 차세대의 치명적인 독감이나 출혈열이 모기에 감염된 정글이나 박쥐 동굴에서 생기지 않는다면 어떻게 될지 궁금해하기 시작했다. Crispr-Cas9와 같은 새로운 유전자 편집 도구를 사용하여 적들은 이론적으로 유전 정보를 여러 번 짜맞추어 특이한 생물체를 만들 수 있다.

화학 및 생물 방어 담당인 Christian Hassell 차관보에 따르면, 공상 과학에서 가능했던 이러한 시나리오가 현실 세계에서 가능해짐에 따라 많은 공중보건 전문가들, 생물학 연구원들, 그리고 군대에서 마저 가능할 수 있는 위협을 조사하기 시작했다고 한다. "사람들은 우리에게 '이 정부는 이것에 대해 어떻게 대응하고 있는가? 만일 있다면, 이로 인한 위협은 무엇인가?' 라고 묻고 있다."

그래서 국방부 소속의 Hassell과 그의 동료들은 1년간 국립과학한림원(National Academies of Sciences)의 지원을 받아 합성생물학에 의한 생물방어의 취약성에 대하여 검토하였다. 이번 주, 전문가위원회는 학계 과학자, 생명공학 CEO 및 공중보건 전문가를 초청하여 워싱턴에서 여섯 번의 회의 중 네 번째 회의를 열었

다. 조사의 범위와 방향을 설명하는 예비 보고서는 대중에게 공개되기 전에 "기밀 검토"를 거치고, 최종 보고서는 권고 의견과 함께 내년에 예정되어 있다.

그 결과는 "자연적인" 생물무기와 비슷하여 식별하기가 매우 어려울 수 있는 새로운 유형의 생물무기에 대한 방어전략에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 잠재적으로 범죄로 이용될 수 있는 연구로 제한함으로써 편안하게 방어를 시작할 수 있다. 최종 검토 결과로 연방기금을 지원 받는 연구소들에 대한 규정을 안내할 수도 있을 것이다.

목요일 열린 공개회의에서는 향후 규정의 필요성에 대해 충돌이 있었다. 그로 인해 금요일에는 비공개로 계속될 것으로 보인다. 회의에서 일부 과학자들은 분자생물학 커뮤니티는 이미 스스로를 모니터링 할 만큼 충분히 노력하고 있다고 생각하였다. 학계 생물학과 DIY 생물 해킹 커뮤니티에서는 예비 악인에 의한 실험을 단념시키는 자발적인 윤리 강령을 가지고 있다. 그리고 그들은 국방부가 지나치게 편집증에 빠질 경우 중요한 유전자 연구에 벌어질 일을 우려하고 있다.

그들은 2014 년도에 연방정부가 메르스(MERS), 사스(SARS), 독감 같은 바이러스에 대해 인간에서 전파될 가능성을 높이기 위해 이른바 "기능 획득" 연구에 관한 18 건의 연구를 중단했던 때를 지적하였다. 백악관은 그것이 여전히 의미가 있는지를 검토하기 위해 그 활동중단에 대해 다시 검토하고 있다. 많은 과학자들은 금지령이 해제되기를 바라고 있다. 그들은 바이러스가 어떻게 돌연변이 되는지를 아는 것이 그것을 막는 데 매우 중요하다고 주장한다.

회의에서 과학자들은 군대가 생물학적 위협에 대해

어떻게 최선으로 방어할 수 있는가에 대하여 다양한 의견들을 제시하였다. Sriram Kosuri는 UCLA에서 새로운 종류의 생물체로 발전될 수 있는 DNA 서열의 라이브러리를 개발한 합성생물학 연구소를 운영한다. 그는 실험실 조작으로 인한 위협의 가능성을 알면서도 국방부와 연방보건 당국자들이 유전자 조작 도구를 사용하는 학술 연구소를 감시하기 보다는 새로운 공중보건 위협물에 대응해야 한다고 강조하였다. Kosuri은 회의 휴식시간에 "신종 바이러스에 대한 합법적인 위협이 있기 마련이므로 우리는 그러한 것들을 대비해야 한다"고 말했다. "조작된 바이러스로 인한 위협은 그에 비교하면 보잘것없는 것이다."

미 국방부는 또한 생물을 악용하는 자들보다 앞서기 위해 국가의 감시기술과 유전적 지능을 이용할 수 있다. 펜실베이니아 주립대학교(Penn State) Howard Salis 교수는 새로운 생물체가 유전 적 서열에 기초하여 무엇을 할 것인가를 예측하는 컴퓨터 프로그램을 개발하였다. 그는 악한 자들을 처음부터 멈추게 하는 것이 가장 좋은 방법이라고 생각한다. "어떤 이가 시험 단계에 이르지 못하게 하거나 임상 단계에서 나쁜 짓을 하는 것을 어떻게 멈추게 할 수 있는가?" Salis는 말했다. "시스템을 설계하려고 하는 자를 붙잡는다면 초기 단계이므로 그들이 설계한 것을 쉽게 알 수 있다."

현재로써는 치명적인 디자이너 바이러스의 위협은 가설에 불과하다. Rand Corporation의 분석가이자 오바마(Obama) 행정부의 전임 과학 정책 자문위원이었던 Daniel Gerstein은 "이것이 내일의 위협이 아니라 내일-내일의 위협이 될 수 있다"고 말했다. "이것을 순수과학 소설로 생각하지는 않지만, 유전자 서열을 조작하려는 많은 테러리스트를 본 적이 없다."

미 국방보건국의 글로벌 신종 감염병 감시 책임자인 Cmdr. Franca Jones에 따르면, 비록 그들이 그렇게 한다고 하더라도 좋은 소식(현재)은 매우 강력한 인조 바이러스에 대응하는 것은 에볼라나 지카 바이러스 같은 위험한 발병에 대응하는 것과 거의 같다고 한다.

독감 바이러스가 실험실이나 정글에서 유래했는지 확인하는 방법이 있다. "우리는 이용할 수 있는 다양한 방법을 사용하여 새로 생긴 생물체를 검출할 수 있어야 한다. DNA 시퀀싱도 그 중 한 가지 방법이다."고 존슨은 말한다. 그러나 그 생물체가 자연적으로 생긴 것이든 실험실에서 생긴 것이든 간에 공중보건 당국자들은 전염병 발병에 신속하게 대응할 수 있는 자원이 여전히 필요하다. 대응할 수 있는 인프라와 관련해서는 많은 차이가 있다고 생각하지 않는다"고 그녀는 말했다.

(Wired : 2017. 7. 10)

미국, 농업 테러 법안에 대통령 서명

도널드 트럼프(Donald Trump) 대통령은 수족구병 같은 해외 전염병의 의도적 유입을 비롯하여 미국 농업 및 수의학 시스템을 테러로부터 방어하기 위해 연방의 노력을 조정해줄 것을 요구하는 H.R. 1238농식품안보 법안(Securing our Agriculture and Food Act)에 서명하였다.

이 법안은 2015 년 아이오 주(Iowa)의 가금류를 몰살시킨 조류 인플루엔자가 발생한 후 David Young 하원의원(공화당-아이오아 주)이 처음 제안한 것이다. 재난 대응조치는 대비 태세의 문제뿐 아니라 이해관계자들에게 대규모 동물 질병의 발병을 알리고, 그에 대해 신속하게 대응하는 연방 정부의 능력에 구멍이 있다는

것을 드러냈다. 이 재난은 농민, 생산자, 농업 전문가들 사이에서 과연 미국이 정보를 공유할 수 있는 능력이 있는지, 또 농업 테러 위협과 공격, 궁극적으로 시민들에 대한 공격에 대응할 수 있는지에 대한 우려를 불러 일으켰다.

“농업 테러는 실질적인 위협이다. 따라서 이 법으로 아이오와 주와 미국 전역의 식량에 심각한 위협을 가하는 고위험 사건들로부터 미국을 보호하는데 필요한 중요한 조치들을 취하게 될 것이다.” 고 Young의원은 말했다.

상원 농업위원회(Senate Agriculture Committee)의 Pat Roberts위원장(공화당, 캔자스 주)은 Claire McCaskill (민주당, 미주리 주) 상원의원과 함께 상원의 입장에서 초당적 법안을 도입하였고, 상원 국토안보위원회(Senate Homeland Security Committee)의 대표위원이 상원에서 그 법안을 소개하였다.

Roberts위원장은 "미국 경제의 근간으로서 가축과 식물에 치명적인 병원균이 퍼지면 돌이킬 수 없는 피해를 입을 것"이라고 말했다. "상원 정보위원회의 전임 위원장이었던 나는 농민과 목장주가 직면한 특이한 위협을 이해한다. 우리 나라의 식량 공급의 안전과 보안을 보다 잘 보장하기 위해 이 중요한 조치를 취하게 된 것을 기쁘게 생각한다."

Roberts위원장은 이렇게 덧붙였다. "(국토안보부)가 캔자스 주 맨하튼에 국립생물농업방어시설(NBAF)를 계속 건립 중이기 때문에, 지금이 최악의 상황이 발생하고 국가가 농, 식물에 생물학적 공격을 받을 경우 조정 및 완화에 대한 권한을 강화할 절호의 기회이다. 국토안보부와 (농림부) 간의 지속적인 협력으로 식량 공급을 보호하면서 똑같이 중요한 역할을 할 것으로 기대한다. 트럼프 대통령이 농업 테러 공간에서 국토안보부

의 중요하고 필요한 역할을 반복하기 위해 이 법안에 서명한 것을 기쁘게 생각한다."

Roberts위원장은 국가가 세계적이고 복잡한 국가 안보 문제에 직면해 있다고 덧붙였다. 농업 테러와 다른 고위험 사고들은 미국 전역의 식량, 농업 및 축산업에 심각한 위협을 야기한다. 미국의 농업 또는 식량 생산 시스템을 위협하는 사고에 신속하게 대응할, 즉 궁극적으로는 날마다 모든 미국인들에게 영향을 미치는 이러한 핵심 산업들을 보호하는 준비 정책을 마련해야 한다.

"고조된 국제적 테러 환경은 우리나라가 직면하고 있는 위협을 상기시켜 준다. 트럼프 대통령이 오늘 서명한 법안은 식량 공급을 비롯하여 우리의 자원을 공격하려는 자들로부터 우리를 더욱 효과적으로 보호할 것이다. 미국의 농업과 축산업에 대한 위협은 식량 체계를 파괴하여 수백만의 미국인들과 경제에 영향을 미칠 수 있다. 공화당과 민주당 동료 의원들과 함께 농업 테러 대비와 비상상황 대응조치를 강화할 법안을 통과하게 된 것을 기쁘게 생각한다." 고 하원 비상사태 대비, 대응, 커뮤니케이션 국토안보소위원회 위원장 Dan Donovan는 말했다.

농식품 안보법(Securing our Agriculture and Food Act)은 국토안보부 장관에게 의무차관보를 통해 테러와 고위험 사건으로부터 미국의 식품, 농업, 가축 체계를 지키기 위한 정부의 노력을 주도할 것을 요구한다. 동 법안에서는 장관에게 권한을 부여하여 식품과 농업, 동물 그리고 사람 건강 분야가 주목을 받고 국내 대응 정책계획이 국토안보부(DHS)로 통합되도록 다른 기관과 협조하도록 하고 있다.

아이오와 주 돈육 생산협회(Iowa Pork Producers Assn.)의 Curtis Meier의 회장은 "효과적인 완화와 적시 대응을 위해 가장 중요한 것은 강력한 네트워크를

개발하는 것이다. 공화당 Young의원의 법안은 소비자, 생산자의 생계 수단, 수출 파트너에게 피해를 주고 농촌 경제를 붕괴시킬 수 있는 고위험의 위협으로부터 우리나라의 식량 공급이 보호되게 하는 적절한 조치이다.”

아이오와 주 농민연맹(Iowa Farm Bureau Federation, IFBF)의 Craig Hill 회장은 2015 년 조류 인플루

엔자 발생으로 인해 아이오와 주가 겪은 대재난을 미루어볼 때 아이오와 주 농민연맹(IFBF)은 대응 준비를 강화하려는 노력을 높이 평가했다고 전했다.

(Feedstuffs : 2017. 7. 5)

탄저균: 미국 국방부, 생물작용제와 독소 대체물질 개발

미국 생화학방어합동참모국(Joint Program Executive Office for Chemical and Biological Defense)의 소속기관인 DBPAO(Defense Biological Product Assurance Office)는 생물작용제 및 독소(Biological Select Agent and toxin, BSAT) 대체물질의 개발로 탄저균(*Bacillus anthracis*)의 운반 및 사용과 관련된 위험성이 완화될 것이라고 발표하였다.

또한 국방부(DoD) 관계자들과 일반적으로는 지역 사회를 위한 위험 완화뿐만 아니라, 이 제품은 국방부와 바이오디펜스 커뮤니티(biodefense community)에 고품질의 시약을 제공할겠다는 DBPAO의 약속을 보여주는 것이다.

2015년 John McHugh 전임 육군성 장관(SECARMY)은 Dugway Proving Ground에서 모든 살아있거나 비활성화된 BSAT 또는 BSAT 파생물의 생산, 운반 및 취급에 대해 모라토리엄을 실시한 이후 국방부의 다른 모든 연구소와 시설들에도 확대하였다.

McHugh의 후임인 Eric Fanning 육군성 장관은 2016년 7월에 육군 지침 2016-24 (국방부 생물 작용제 및 독소 바이오안전성 프로그램)[Army Directive 2016-24 (Department of Defense Biological Select

Agent and Toxins Biosafety Program)]를 발행하여, 국방부 BSAT 프로그램의 책임과 역할을 육군 의무감(Army Surgeon General)에게 부여하고 비-BSAT 물질의 생산, 운반, 취급의 재개를 허가하였다. 이러한 위임에 따라 DBPAO는 위험을 감소시켜 작업을 계속하게 하는 BSL-2 등급 유전자변형생물체를 만들기 위해 재조합 DNA 방식을 사용하여 분석 표적(rBaSwAT)을 가진 재조합 바실러스 균주(Recombinant *Bacillus anthracis*)라고 하는 탄저균 대체 균주를 개발하였다.

이 균주는 새로운 비독성 탄저균을 배경으로 개발되었고, 탄저병 특이적 분자와 면역 표지자의 포괄적 보체를 운반한다.

rBaSwAT는 작업에서 탄저균을 대체하는데 필요한 표지자가 있지만 여전히 비 독성이다. rBaSwAT는 특히 이러한 활동을 위해 개발되었으며, 사용자 특이적이고, 모든 최종 사용자에게 적용되지는 않을 수 있다. 그러나 현재의 DBPAO costumers와 관련된 비병원성 균주 패널을 만들기 위해 추가적인 또는 대체하는 사용자 특이적 분석 시그니처(assay signature)로 추가 변형될 수 있다.

변형된 새로운 탄저균주 패널은 다양한 응용을 통해 최종 사용자가 탄저균의 대체 물질로 사용할 수 있다.

DBPAO의 기술 코디네이터이자 DBPAO 대체물질 추진자였던 Shanmuga Sozhamannan 박사는 이 대체 물질을 성공시키는데 중요한 역할을 했던 정부과학자 팀을 이끌었다.

DBPAO가 개발한 rBaSwAT 대체물질은 비활성화된 독성 병원균과 관련된 위험을 완화시키기 위한 DBPAO의 미래의 방식을 대표하는 혁신적인 물질이다. 탄저균)의 사용에 대한 대안으로 과학적으로 입증된 이

대체물질은 연구, 개발, 시험 계획에서 위험요소를 상당히 감소시킨다.

또한 대체물질을 사용하면 BSAT를 안전하게 운반하여 사용하는 것과 관련된 부담을 없애 비용을 절감할 수 있다. rBaSwAT는 DBPAO가 BSAT 사용 대신 대체 물질을 제공하여 국방부와 모든 DBPAO 고객의 비용을 줄이고 위험을 완화시키는 첫 번째 단계이다.

rBaSwAT 대체물질은 DBPAO 시험 시약 주문시스템(DBPAO Ordering System for Assays and Reagents, OSCAR)을 통해 이용할 수 있다.

(Global Biodefense : 2017. 6. 21)

미국 법무성 사법연구소(NIJ)의 법의학 유전체학 연구보고서

점차 상호 연결이 강화되고 복잡해지는 세계에서 개인을 고유하게 식별하고, 조사 단서를 만들고, 추적 증거를 모으는 것은 지능 응용프로그램, 국가 안보, 형사 사법을 위해 필수적인 것이 되고 있다.

2015 년에 미 법무성 사법연구소(National Institute of Justice, NIJ)는 세계 최대의 독립 연구개발기관인 Battelle연구소에 19 개월간의 연구 프로젝트를 맡겨, 차세대염기서열분석(Next Generation Sequencing, NSG)이라고도 알려진 대용량 병렬 시퀀싱(Massively Parallel Sequencing, MPS) 기술의 실현가능성을 평가하였다. Battelle연구소는 도시, 군, 주, 연방에서 우수하게 운영되고 있는 법의학 연구소들과 연구 및 학계의 연구소들의 참여를 이끌었다.

Battelle연구소는 이 연구에서 얻은 데이터를 법의학 DNA 공동체에서 참여한 사고 리더(thought leader)들의 중요한 통찰력과 결합하면 법 집행 및 형사 사법 공동체를 지원하는 대용량 병렬 시퀀싱(MPS)의 궁극적

인 실현을 위한 전략적 로드맵의 개발을 촉진할 것으로 기대한다.

지난 수십 년 동안 DNA 분석은 법의학 툴킷(toolkit)의 중요한 부분이 되었다. 그러나 대부분의 범죄 연구소에서 사용되는 전통적인 모세관 전기영동(CE)은 상당한 제한이 있는데, 특히 미지의 시료나 분해 또는 혼합된 시료를 분석할 때 제한이 있다. MPS는 모세관 전기영동(CE)에 비해 DNA 시퀀싱의 속도, 처리능력, 해상도를 크게 향상시킬 수 있는 새로운 시퀀싱 기술이다. 그러나 법의학 수사의 증거로 사용되기 전에, 그 기술이 범죄 법의학 연구소에서 사용을 위한 검증이 이루어져야 한다.

Battelle 연구소가 주도한 NIJ 연구에서는 전국의 8 개 법의학 연구소에서 대용량 병렬 시퀀싱(MPS) 기술의 사용을 평가하였다. 1상 연구(성능 시험)에서 Battelle 연구원들은 상업적으로 이용 가능한 MPS 제품을 평가하고, 참여한 모든 연구소에서 사용할 수 있는 표

준 샘플을 제공하여 분석하게 하였다.

2상 연구의 결과를 종합적으로 검토한 결과, MPS는 "확실하고 신뢰할 만 하고 재현성이 있는 민감한" 데이터를 생성한다는 것이 밝혀졌다. 동일한 워크플로우를 수행하고 동일한 기구와 소프트웨어를 이용한 연구소들은 서로 일치하는 결과를 냈다. 또한 MPS를 통해 얻은 유전형(genotype)은 전기영동(CE) 검사(typing)을 통해 얻은 데이터와 일치하였다. 이 결과는 MPS기술 및 연구된 워크플로우가 형사 법의학 조사에 정확하고 신뢰할 만한 결과를 가져다 줄 것을 나타낸다.

Battelle 연구소의 응용유전체학(Applied Genomics) 사업분야의 연구책임자들인 Rich Guerrieri 와

Mark Wilson에 따르면, MPS는 법의학 유전체 분석을 위한 응용 범위를 크게 확대할 수 있다. "유전체 정보를 읽고 이해하는 능력이 향상됨에 따라, 이 확장된 해상도는 법의학 데이터베이스에서 일치하지 않는 경우에도 미지의 샘플로부터 의미 있는 정보를 제공할 수 있다고 그들은 말했다. "또한 MPS는 종종 전기영동(CE)를 사용하여 결과를 얻지 못하는 고도로 분해되거나 혼합된 시료를 분석할 때 더욱 유용하다. Battelle 연구소는 법의학 수사를 위해 MPS 방법을 최적화하고 법의학 DNA 연구소가 신기술을 통합할 수 있도록 지원하는 작업을 계속하고 있다. "

(Global Biodefense : 2017. 6. 27)

미국 뉴욕 메디컬 대학, 보조금으로 생물테러 방지 가능해져

Terrence Murphy(공화당-요크타운) 상원의원은 Valhalla의 뉴욕 메디컬 대학(New York Medical College)이 Hudson Valley 최초의 CEPRBD(Center of Excellence in Precision Responses to Bioterrorism and Disasters)로 선정되어 \$500,000의 정부 보조금을 지원받게 되었다고 발표하였다.

지원금을 통해 대학은 생물학적/화학적 위협을 비롯하여 지역 사회의 비상사태에 대비한 대응계획, 훈련, 대응 전략 등에 관한 연구를 확대할 예정이다.

Murphy의원은 "특히 뉴욕과 매우 가깝기 때문에" 비상사태와 재해에 대응하기 위해서는 우수 센터가 필요하다고 말했다.

영국에서 최근 테러 공격이 있고 난 후 월요일 아침에 여러 다른 관리들과 합류한 Murphy의원은 "이미 그곳에 가상 센터가 있다. 이 센터를 업그레이드 할 것이다. "고 했다.

지원금은 절대적으로 필요한 경찰관의 추가 훈련에 사용될 것이라고 그는 말했다. 일부 훈련은 응급 처치 요원이 응급상황에서 접할 수 있는 중증도 분류 상황(triage situation)을 위해 쓰일 예정이다.

"그분들은 우리를 보호하기 위해 하루도 빠짐없이 현장에서 나갈 것이다."라고 Murphy는 말했다. "우리는 그들에게 그들이 하는 일을 확인하는 능력을 발휘하게 해야 한다."

이 센터에서는 재난 의학과 의료대책에 대한 의과대학의 전문지식을 각각의 정밀의료 전략들과 결합하여, 잠재적 재앙인 생물테러와 인위적인 재해로부터 국민을 보호한다. 연구원들과 의사들은 생물 및 화학 테러와 공중보건 비상사태와 관련된 공중보건 위협을 예방, 진단 및 치료하기 위한 전문지식과 리더십을 제공할 것이다.

이 대학의 총장이자 CEO인 Edward Halperin 박사는 보조금이 연구소 연구에 매우 중요하다고 말했다.

“이 CEPRBD(Center of Excellence in Precision Responses to Bioterrorism and Disasters)는 지역사회 전체의 비상사태를 위한 대응계획, 교육, 대응 전략에 대한 연구를 확대하게 하고, 생물 및 화학 위협으로부터 우리를 보호하는데 도움을 줄 것이다” 고 Halperin은 말했다.

카운티 행정관 Rob Astorino 은 이 대학의 보조금은 카운티의 대응 준비에 도움이 될 것이고, 필요한 상황이 발생하는지 경계를 게을리 하지 말아야 한다고 말했다.

“하루도 빠짐없는 법 집행에 감사드리며, 특히 뉴욕 메디컬 대학이 생물테러를 방지하기 위해 하고 있는 연구에 감사드립니다” 고 그는 말했다.

Thomas Abinanti (민주당- Pleasantville) 하원의원은 뉴욕 메디컬 대학에게 "비전과 인내로 이러한 전체 프로그램을 개발한 것"에 감사 드린다고 말했다.

"정부가 파트너가 될 수 있다"고 Abinanti는 말했다. "불행히도, 우리는 날마다 우리 삶을 파괴하려는 자들이 저곳에 있다는 사실을 상기하게 된다."

New York 주에는 10 개의 비슷한 센터들이 있지만, 이곳은 Long Island 와 Albany사이에 있는 최초의 센터이다. Rochester에는 3곳의 시설이 있으며, 각각 Buffalo와 Long Island에 각각 2 곳, Syracuse, Albany 및 Binghamton에 각각 1 곳이 있다.

(The Examiner : 2017. 6. 9)

Diablo Shield 행사에서 생물위협 사고 대응 훈련

미 군의관 의과대학(Uniformed Services University of the Health Sciences, USU) 예방의학 및 생물통계학부의 국제보건학과(Global Health Division) 조교수인 미 육군 예비군 소령 Dana Perkins 박사는 최근 조지아 주(Georgia) 트빌리시(Tbilisi)에서 국방위협 감축국(Defense Threat Reduction Agency, DTRA) 과 FBI 대량살상무기(WMD) 관리부서가 공동으로 개최한 DIABLO SHIELD 훈련행사 및 현장 훈련에 참석하였다.

Perkins 교수는 4월 24-28일에 개최된 행사 기간 동안 주제 전문가로 활동하였다. DIABLO SHIELD에서는 생물학적 위협에 대한 대처를 강조하며, 남동유럽과 흑해지역에서 대량살상무기(WMD) 대응능력의 개발을 지원하는 미국 유럽사령부(USEUCOM)의 Diablo Pathways 참가 시리즈 중 하나이다.

DTRA, FBI 및 CBRN 군사자문팀(CMATs)과 함께 Perkins 교수는 훈련을 관찰하고 피드백을 제공하였다. 과거에는 이론 및 실무 훈련을 통해 내무부(MoIA) 비상관리부(Department of Emergency Management) 소속의 훈련 받은 조지아 출신 강사들이 다른 MoIA의 긴급 대응 팀, 주로 SWAT 및 Hazmat 대응부서를 대상으로 피드백을 제공받았다.

훈련의 일환으로 Perkins 교수는 SWAT가 실험실을 “급습하기” 전에 가짜 탄저균을 제조하는 “비밀 생물실험실”을 만드는 “악당”을 연기하였다. 또 미생물 오염과 사람 대 사람 전염에 대한 짙막한 시연을 제공하여, 생물학적 위협에 대한 훈련생들의 질문에 답변하는데 도움을 주었다.

실제로 테러범들은 생물 또는 화학 무기, 또는 폭발물을 제조하기 위해 비밀 실험실을 이용할 수 있으며,

이러한 물질은 최초 대응자에게 특이한 위험을 가할 수 있다. 따라서 이런 위험을 막을 만한 시간 내에 임박한 위협이나 생물테러 공격에 대한 경고가 도착하지 않을 수 있음을 인식하는 것이 중요하다고 Perkins 교수는 말했다. 따라서 모든 국가는 자연적인 것이든, 고의적인 것이든, 우발적인 것이든 간에 잠재적인 생물학적 사고에 대비하여 대응할 수 있는 공중 보건 시스템을 강화하는 것이 중요하다.

Perkins 교수는 연방 생물사고대응 부서에 정기적으로 강의하는 국방위협감축국(DTRA)의 강사일 뿐만 아

니라 개별적 증원군이기도 하다. 또한 국방위협감축국(DTRA)의 군사자문팀(CMAT) 이사회로부터 수석 및 선임 CBRN 결과관리전문가로 이중으로 인정을 받았다.

Perkins 교수는 생물방어 및 공중보건 시스템 역량 강화를 위해 조지아 주에서 정기적으로 워크숍을 개최하였다. 또한 이러한 활동들에 참여함으로써 전 세계의 군인들과 작전군에 대하여 대학의 지원을 확대하려는 USU의 전략적 목표를 강화하고 있다.

(Global Biodefense : 2017. 6. 27)

전 세계 병원균 검출을 위한 효모 기반 도구 개발

컬럼비아 대학(Columbia University)의 연구원들은 인체 건강에서부터 농업 및 용수에 이르기까지 어느 곳에서든지 병원균을 검출하여 처리하는 방식에 혁명을 일으킬 수 있는 도구를 개발하였다. 일반적인 가정용 빵 효모만을 이용하여 매우 저렴하고 유지관리도 거의 필요하지 않는 현장 팁스틱 테스트(dipstick test)를 개발한 것이다. 연구원들은 세계적인 주요한 인간의 질병과 농작물 손상 및 식품 부패의 원인이 되는 곰팡이 병원균의 감시 및 조기 검출에 도움이 될 것으로 기대한다.

이 연구는 6월 28일자 Science Advances에 발표되었다.

책임연구원이자 컬럼비아 대학의 화학자인 Virginia Cornish는 "우리가 개발한 바이오센서로 테스트 당 1 센트 이하의 비용으로 병원균을 검출할 수 있게 되었다. 사용하기에도 쉽고 생산 비용도 저렴하고 저온 보관 시설도 필요하지 않다. 특히 이것을 가장 필요로 하는 개발도상국가의 농업과 보건에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. "고 말했다.

콜레라를 검출할 수 있는 비용 효과적인 간단한 방법을 찾는 조사로 시작된 이 프로젝트는 다른 요구를 해결하는 방향으로 급속하게 진전되었다.

"사람들이 매일 맥주를 양조하거나 빵을 만들기 위해 사용하는 것과 똑같은 가정용 빵 효모를 프로그램화하여 무수한 표적들을 검출할 수 있는 방법을 알게 되었다." 고 Cornish는 말했다. "우리는 이제 빵 효모의 DNA를 변경하여 새로운 기능을 추가함으로써 다양한 응용 분야에서 유용하게 사용할 수 있게 되었다. 첨단 진단도구를 거의 이용할 수 없는 시골 지역에서 이 기술을 사용할 수 있다는 점이 특히 주목할 만하다."

전 세계적으로 곰팡이 병원균은 공중보건의 부담을 크게 증가시키고 있으며, 이로 인해 매년 2 백만 명이 사망하고 작물과 야생동물의 개체 수의 치명적인 감소를 일으키는 것으로 추정되고 있다. 그럼에도 불구하고 여전히 곰팡이 병원균과 이로 인한 질병을 종종 소홀히 하고, 이를 해결하기 위한 연구에 대한 지원도 부족한 편이다.

Cornish는 "곰팡이 병원균은 숨은 살인자로 알려져

있다"고 하면서, 자원이 부족한 지역에서 황폐화가 가장 두드러지고, 이런 곳에서는 비용 효과적인 곰팡이 진단 기구가 부족하여 감염을 줄이기 위한 노력이 방해를 받아왔다고 덧붙였다. 전 세계 병원균 부담 (pathogen burden)에 대한 모니터링은 소수의 전문 센터에만 대체로 국한되어 왔으나, 현장에서 사용할 수 있는 저렴한 진단기구를 제작함으로써 더욱 효과적인 감시가 이루어질 수 있게 되었다고 그녀는 설명하였다. 기존의 진단기구는 값비싼 시약, 콜드 체인 (cold-chain) 유통, 전문 장비, 기술 인력 등에 의존하는 경우가 종종 있는데, 이런 것들은 현장에서는 거의 얻을 수 없는 것들이다.

이 문제를 해결하고 공중 보건 전문가들과 긴밀히 협력하기 위해 Cornish와 그 학생들로 구성된 팀에서는 자연 발생적인 세포 표면 수용체인 사카로미세스 세레비시아(Saccharomyces cerevisiae) 또는 빵 효모와 병원체 특이적 수용체 단백질을 교체하였다. 그들은 인체의 장내에서 자연 발생하는 인간 곰팡이 병원균(효모 형태)인 칸디다 알비칸스(Candida albicans) 검출을 위한 바이오센서를 구축했지만 모집단이 통제력을 상실하게 되면 심각한 의학적 문제를 일으킬 수 있고 사망까지도 일으킬 수 있다.

(Phys.org : 2017. 6. 28)